



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②1 Aktenzeichen: P 34 07 641.7  
②2 Anmeldetag: 1. 3. 84  
④3 Offenlegungstag: 11. 10. 84

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
07.04.83 HU 1206-83

⑦1 Anmelder:  
Vasipari Kutató Intézet, Budapest, HU

⑦4 Vertreter:  
Viering, H., Dipl.-Ing., Jentschura, R., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anw., 8000 München

⑦2 Erfinder:  
Kovacs, Sándor, Dr., Budapest, HU

⑤4 Elektromechanischer Kraft-Elektrosignalwandler

Elektromechanischer Kraft-Elektrosignalwandler, bei dem sich für die Kraft-Elektrosignalumformung ausschließlich die zu messende Kraft auswirkt, deren Angriffspunkt eindeutig bestimmt ist, wobei infolge der durch die Kraftwirkung zustandekommenden Deformation eine Verschiebung des Angriffspunktes ohne die Ausbildung von zusätzlichen Kräften und zusätzlichen Spannungsfeldern erfolgt. Der Meßwandler weist hierzu zwischen dem die zu messende Kraft aufnehmenden Teil und der Meßsonde deren Verschiebung in der Achsrichtung und/oder deren Verdrehung um einen Punkt ermöglichende Oberflächen auf; der die Reaktionskraft übergebende Teil ist jedoch fest eingespannt. Zwischen dem die zu messende Kraft aufnehmenden Teil und der Meßsonde befindet sich zweckmäßigerweise eine die Bewegungsenergie absorbierende elastische Schicht.

DE 3407641 A1

01.03.84

3407641

PATENTANWÄLTE

## VIERING &amp; JENTSCHURA

zugelassen beim Europäischen Patentamt  
European Patent Attorneys — Mandataires en Brevets Européens

Dipl.-Ing. Hans-Martin Viering · Dipl.-Ing. Rolf Jentschura · Steinsdorfstraße 6 · D-8000 München 22

Anwaltsakte 4483

Vasipari Kutató Intézet  
Budapest/Ungarn

---

15            Elektromechanischer Kraft-Elektrosignalwandler

---

20                            Patentansprüche

25    1.) Elektromechanischer Kraft-Elektrosignalwandler mit einem  
die zu messende Kraft aufnehmenden Teil, sowie mit einer  
Meßsonde und mit einem die Reaktionskraft übergebenden  
Teil, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen dem die  
30    zu messende Kraft (F) aufnehmenden Teil und der Meßsonde  
(3A, 3B, 3C) aneinander angepaßte, die Verschiebung in  
Achsrichtung der Meßsonde und/oder deren räumliche  
Verdrehung um einen Punkt ermöglichende Oberflächen  
befinden und der die Reaktionskraft übergebende Teil  
35    fest eingespannt ist.

I/p

-2-

Telefon (089) 293413 und 293414 · Telefax (089) 222066 · Telex 5212306 Japa d · Telegramm Steinpat München

- 1 2. Kraft-Elektrosignalwandler nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß die die Verschiebung in Achsen-  
richtung ermöglichenden aneinander angepaßten Ober-  
flächen als eine äußere Oberfläche der die Meßsonden  
5 (3A, 3B, 3C) bildenden Achse und eine innere Ober-  
fläche einer Hülse (14) bzw. eines Einsatzes (13)  
ausgebildet sind.
- 10 3. Kraft-Elektrosignalwandler nach Anspruch 1, dadurch  
gekennzeichnet, daß die die räumliche Verdrehung um  
einen Punkt ermöglichenden Oberflächen eine auf dem  
äußeren Mantel der die Meßsonde (3A, 3B, 3C) bilden-  
den Achse oder auf einem an den Mantel angepaßten  
Einsatz (13) ausgebildete Kugelflächen sind.
- 15 4. Kraft-Elektromeßwandler nach einem der Ansprüche 1.  
bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen der  
Meßsonde (3A, 3B, 3C) und dem die zu messende Kraft  
(F) aufnehmenden Teil eine die Bewegungsenergie ab-  
20 sorbierende elastische Schicht (16) befindet.
- 25 5. Kraft-Elektrosignalwandler nach Anspruch 4, dadurch  
gekennzeichnet, daß die die Bewegungsenergie absor-  
bierende Schicht (16) aus einem elastischen Material,  
vorzugsweise einer Gummieinlage, besteht.

30

35

## 1           Elektromechanischer Kraft-Elektrosignalwandler

5       Der Gegenstand der Erfindung ist ein Kraft-Elektrosignal-  
wandler, mit einem die zu messende Kraft aufnehmenden  
Teil sowie mit einem MeBelement und mit einem die Reak-  
tionskraft übergebenden Teil.

10       Es ist bekannt, daß das Maschinenbauwesen in der techni-  
schen Praxis auf dem Gleichgewicht der mechanischen Kraft-  
wirkung beruht. Die Messung dieser Kraftwirkungen im  
technischen Leben ist eine häufige Aufgabe. Zu diesen Auf-  
gaben können auch solche Anforderungen hinzukommen, daß  
15       die durch die Wirkung der Umgebung neben der zu messenden  
Kraft auftretenden dynamischen Kräfte (z.B. Schwingungen)  
für die Messungen ausgeschlossen werden sollen.

20       Die Meßaufgaben werden oft durch elektrische Meßmethoden  
gelöst. Die Kraftmessung mittels elektrischer Methoden  
ist vor einigen Jahrzehnten eingeführt worden und hat  
sich in der Praxis der industriellen Meßtechnik verbrei-  
tet. Die Umformung des Kraft-Elektrosignals wird meistens  
mit Hilfe der sogenannten Piezoresistivität verwirklicht.  
25       Bei solchen Meßwandlern ist im allgemeinen diese Meßson-  
de aus piezoresistivem Material im Meßkörper unterge-  
bracht. Der Meßkörper, als mechanischer Dipol ausgeführt,  
erleidet eine Deformation zwischen der aktiven Kraft und  
der Reaktionskraft. Dementsprechend kommt das Kräfte-  
gleichgewicht durch das im Meßkörper auszubildende me-  
30       chanische Spannungsfeld zustande. Die Meßsondenwiderstände  
auf der Oberfläche des Meßkörpers ändern sich infolge  
der durch die mechanische Spannung entstehenden Deforma-  
tion und bringen i.a. eine elektrische Meßbrücke aus dem  
35       Gleichgewichtszustand.

Die Kraftmeßzellen als Meßwandler können i.a. durch von  
der Gestaltung der Meßsonde, des Meßkörpers und der Meß-

1 brücke abhängige Merkmale beschrieben werden. Solche Meß-  
wandler werden oft z.B. in industriellen Waagesystemen  
oder in den Meßeinrichtungen der elektronischen Material-  
prüfmaschinen verwendet.

5

Zu der Funktionstüchtigkeit ist aber der richtige Einbau  
der Meßwandler in den Maschinensystemen erforderlich.

Eine Grundbedingung dazu ist, daß an der Kraft-Elektro-  
signalumformung nur die zu messende Kraft einen Anteil

10 hat. Deshalb ist es erforderlich, daß die Meßrichtung des  
Meßwandlers und die Wirkungslinie der zu messenden Kraft  
zusammenfallen bzw. sich ihre Lage beidseitig im Verlau-  
fe der Messung nicht ändert. Es ist auch wichtig, daß der  
Angriffspunkt der Kraft an einer gut bestimmten Stelle  
15 liegt und daß im Laufe der durch die Wirkung der Kraft auf-  
tretenden Deformation die Fortbewegung des Angriffspunk-  
tes ohne Erzeugung zusätzlicher Kräfte und zusätzlicher  
Spannungsfelder abläuft.

20 Man versucht die gleichzeitige Erfüllung der obigen An-  
forderungen für das richtige Funktionieren durch zahl-  
reiche Konstruktionen zu lösen. Bekannt ist z.B. eine  
solche Lösung, bei der die Übergabe der Kraft mit Hilfe  
von vermittelnden Elementen erfolgt. Solch ein vermittelnd-  
25 des Element kann z.B. eine in einem Sitz untergebrachte  
Kugel oder ein in eine Mulde bzw. in einen Ausschnitt  
passender Keil sein. Verwendbar ist z.B. auch eine der-  
artige Linsenunterlage, die auf das Ende einer Achse paßt.

30 Der Angriffspunkt der Kraft kann auch unmittelbar auf  
dem Meßkörper liegen. In diesem Fall kommt die Lösung  
häufig vor, bei der die den Angriffspunkt der Kraft bzw.  
Reaktionskraft des Meßkörpers tragenden Oberflächen ku-  
gelförmig sind.

35

Bekannt ist auch die Lösung, bei der die Reaktionskraft  
auf einem aus Kugeln bestehenden Feld zustande kommt.

- 1 Keine von diesen Lösungen sichert aber die restlose Befriedigung der oben aufgezählten Anforderungen.

Zweck der Erfindung ist also die Herstellung derartiger

- 5 Konstruktionen, durch die die für das richtige Funktionieren des Meßwandlers notwendigen Anforderungen gleichzeitig und restlos befriedigt werden können.

- 10 Die gestellte Aufgabe wird gemäß der Erfindung insbesondere dadurch gelöst, daß sich zwischen dem die zu messende Kraft aufnehmenden Teil und der Meßsonde aneinander angepaßte Oberflächen befinden, die die Bewegung der Meßsonde in deren Achsrichtung und/oder ihre räumliche Verdrehung um einen Punkt zulassen; der die Reaktionskraft übergebende Teil aber ist fest eingespannt. Zwischen dem die zu messende Kraft aufnehmenden Teil und der Meßsonde befindet sich vorzugsweise auch eine die Bewegungsenergie absorbierende elastische Schicht.

- 20 Die die Fortbewegung in Achsrichtung ermöglichenden aneinander angepaßten Oberflächen können als äußere Oberfläche der die Meßsonde bildenden Achse und eine innere Oberfläche einer Hülse bzw. eines Einsatzes ausgebildet sein.

- 25 Die die räumliche Drehung um einen Punkt ermöglichenden aneinander angepaßten Oberflächen sind vorzugsweise als ein Kugelgelenk bildende Kugelflächen ausgebildet.

- 30 Die die Bewegungsenergie absorbierende Schicht ist ein elastisches Material, vorteilhafterweise eine Gummieinlage.

- 35 Mit der Erfindung ist nicht nur die gleichzeitige und restlose Erfüllung der aufgezählten Forderungen verwirklicht, sondern sie ermöglicht auch, daß an den Stellen der Abstützungen (oder Aufhängungen) in zwei, drei oder mehrere Abstützungen (oder Aufhängungen) enthaltenden Sy-

1 stemen die Deformation der Meßwandler unabhängig vonein-  
ander zustandekommt. So hat die Deformation der Lastträ-  
gerkonstruktion auf den Meßwandler keinen Einfluß. Das  
ist nicht nur im Falle irgendeiner Deformation der aus  
5 der zu messenden Kraftwirkung stammenden Lastträgerkon-  
struktion so, sondern auch im Falle einer davon unabhän-  
gigen, infolge von Wärmeausdehnung, eines Winddruckes  
usw. zustandekommenden Deformation.

10 Die Konstruktion gemäß der Erfindung ist in erster Li-  
nie ein Tragetyp: sie ist im Falle von Meßwandlern in  
bolzenförmiger Gestaltung bei gekröpfter, verdrehter  
oder sonstiger komplexer Verwendung anzuwenden. Sie ist  
aber auch bei den traditionellen Meßwandlern in gegeb-  
15 nem Fall vorzüglich verwendbar.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, daß die verwen-  
dete elastische Schicht im Laufe der Messung einen bedeu-  
tenden Teil von Störwirkungen beseitigt. In der elasti-  
20 schen Schicht (solche werden sonst hauptsächlich auf vie-  
len Gebieten für die Dämpfung von Schwingungen verwendet)  
führt die Verschiebung der Meßsonde zu innerer Reibung  
und so wird die aus der Schwingung stammende Bewegungs-  
energie umgewandelt in Form von Wärme an die Umgebung  
25 abgegeben.

Der Kraftumformer gemäß der Erfindung ist als Maschinenelement an der Stelle der Kraftbestimmung ein Teil der mechanischen Konstruktion. Das Meßelement oder der Meßkörper des Kraftumformers ist im Kraftwirkungsprozess  
30 zwischen der zu messenden Kraft und der den Widerstand sichernden Reaktionskraft plazierte.

35 Die Erfindung und weitere Einzelheiten der Erfindung werden an Ausführungsbeispielen, mit Hilfe von Zeichnungen erläutert. In der Zeichnung zeigt:

- 1 Fig. 1 die Verwendung einer Ausführungsform des Meßwandlers entsprechend der Erfindung bei der Abstützung eines Behälters,
- 5 Fig. 2 ein Einbauschema des Meßwandlers,
- Fig. 3 den Getriebearbeitsplan einer Ausführungsform der Konstruktion entsprechend der Erfindung,
- 10 Fig. 4 den theoretischen Getriebearbeitsplan einer anderen Ausführungsform der Konstruktion entsprechend der Erfindung,
- 15 Fig. 5 die Skizze der Ausführung und Plazierung des in dem in Fig. 1 dargestellten Beispiel verwendeten Meßwandlers,
- Fig. 6 eine Skizze eines anderen Systems von Meßwandlern,
- 20 Fig. 7 eine eingebaute Ausführungsform der Meßsonde entsprechend der Erfindung im Längsschnitt,
- 25 Fig. 8 eine andere Ausführungsform der Meßsonde entsprechend der Erfindung, und
- Fig. 9 eine weitere eingebaute Ausführungsform der Meßsonde entsprechend der Erfindung.
- 30 In der letzten Zeit verbreitet sich bei den Kraftmeßwandlern immer mehr der Meßkörper vom Trag- oder Achsentyp. Der Meßkörper kann ein beidseitig eingespannter Träger, ein an beiden Enden abgestützter Träger oder ein an beiden Enden eingespannter Träger sein.
- 35 Im allgemeinen Fall wirkt die Kraft  $F$  im Angriffspunkt  $D$  auf einen Meßkörper (Fig. 3 und Fig. 4). Der Meßkörper



1 und die Kraft  $F$  können auf ein Koordinatensystem ( $x$ ,  $y$ ,  
2  $z$ ) bezogen werden. Von der Geometrie des Meßkörpers, der  
3 Richtung der Wirkungslinie, dem Angriffspunkt und der  
4 Größe der Kraft  $F$  wird die Beanspruchung des Meßkörpers  
5 bestimmt. Diese Beanspruchung besteht in Abhängigkeit  
6 von den geometrischen Abmessungen aus elementaren Bean-  
7 spruchungen, nämlich dem Druck, dem Zug, der Schubbean-  
8 spruchung, der Biegung und/oder der Dehnung. Diese Bean-  
9 spruchungen verursachen im Meßkörper ein Spannungsvektor-  
10 feld  $\vec{p}(v)$ , in welchem der Kraftfluß an der Einspannstelle  
11 (oder an den Einspannstellen) bzw. an der Abstützstelle  
12 (oder den Abstützstellen) von der Reaktionskraft  $R$  (oder  
13 der resultierenden Reaktionskraft) geschlossen wird.

14 Die Fig. 1 zeigt die Verwendung einer Meßsonde vom Bol-  
15 zentyp als Beispiel. Der Behälter 1 wird über die Beine  
16 2 an dem Fundament befestigt. Zwischen dem Behälter 1  
17 und den Beinen 2 sind die Meßsonden 3 platziert. Die Meß-  
18 sonden 3 befinden sich in solchen Spannvorrichtungen, die  
19 die feste Verbindung sowohl mit dem Behälter 1 als auch  
20 mit den Beinen 2 sichern.

21 Die Spannvorrichtung ist aus Fig. 2 ersichtlich. Sie ist  
22 an den Beinen 2 und an der Fundamentplatte 4 befestigt,  
23 und zwar bei dem dargestellten Beispiel über eine lösba-  
24 re Verbindung. An der Fundamentplatte 4 sind die Auflage-  
25 böcke 5 angeschraubt und die bolzenförmige Meßsonde 3  
26 ist darin eingespannt. So besteht zwischen der Meßsonde  
27 3 und der Fundamentplatte 4 eine feste Verbindung: die  
28 Meßsonde 3 funktioniert als ein an beiden Enden einge-  
29 spannter Träger. Auf ihren mittleren Teil paßt das mitt-  
30 lere Halterungselement 6, welches aber mit der oberen Hal-  
31 terungsplatte 7 fest gekuppelt ist. Die obere Halterungs-  
32 platte 7 sichert den Anschluß an die an dem Behälter 1 be-  
33 festigte Konsole 8. Die Meßsonde 3 ist über das Kabel 9  
34 mit der Meßeinheit verbunden.

35 Infolge der Belastung werden sowohl der Behälter 1 als

- 1 auch die Beine 2 deformiert. Zu den Deformationen kommt noch die Deformation der Meßsonde 3 hinzu. Diese wirken durch ihre feste Verbindung aufeinander.
- 5 Indem wir die theoretisch mögliche Deformation des Meßsonden überprüfen, können wir mit den festgeklebten Halterungen folgendes gewinnen:

10 Die zu messende Kraft und die räumliche Position der Reaktionskraft und ihre relative Lage im Verhältnis zum Meßkörper machen durch dessen möglichen geometrischen Formen eine unendliche Vielfalt von Meßwandlern verwirklichbar.

- 15 Unter diesen Kräften zeigen sich das in dem Meßkörper entstandene Spannungsfeld, sowie der für das Meßkörpermaterial charakteristische Elastizitäts-Schubelastizitätsmodul als relative Dehnung (Verkürzung) und/oder als relative Torsion. Genauso kommt in jedem an den Meßsonden 3 angeschlossenen Konstruktionselement durch die Beanspruchung irgendeine Deformation zustande. Die Deformationen ergeben letztendlich eine Resultierende, die sich aus den Komponenten der Verschiebung und der Torsion zusammensetzt.

25

Im Meßkörper können zu jeder Zeit eine Richtung und eine Achse angegeben werden z.B. die neutrale Achse der Torsion. Ähnlich kann eine in der durch die Wirkungslinien der erwähnten Kräfte bestimmten Ebene liegende "Achslinie", die in einer ausgewählten Richtung des gegebenen Koordinatensystems angeordnet ist, im Meßkörper angegeben werden. An dem Meßwandler können eine Wirkungslinie und ein Angriffspunkt angegeben werden.

30

35

Diese Wirkungslinie ist die "Meßrichtung". Bei Anwendung des Meßwandlers ist die Sicherstellung der Unveränderlichkeit der gegenseitigen Lage der Wirkungslinien der

- 1 Meßrichtung und der zu messenden Kraft erforderlich. Für  
die richtige Messung ist also eine Ausführungsform des  
Meßwandlers erforderlich, die diese Anforderungen sicher-  
stellen kann. Manche Meßwandler können diese Bedingung  
5 nur annähernd erfüllen, weil die Verschiebung und die  
Torsion immer vorhanden sind.

Das oben Erwähnte kann man ganz einfach z.B. anhand des  
in Fig. 3 dargestellten einseitig eingespannten Trägers  
10 einsehen. Die zu messende Kraft  $F$  verläuft quer zur neu-  
tralen Faser und ihre Wirkungslinie kann sich aufgrund  
der am Träger aufgehängten Masse  $G$  parallel zu sich  
selbst verschieben. Die Masse  $G$  ist an dem Aufhängepunkt  
 $D$  des Trägers so angeschlossen, daß die durch den Schwer-  
15 punkt  $S$  der Masse  $G$  und den Aufhängepunkt bestimmte Ge-  
rade mit der Richtung der Fallbeschleunigung  $g$ , bzw. der  
Kraftwirkungslinie  $F$  stets zusammenfällt. Der Biegehebel-  
arm des Trägers ist im unbelasteten Zustand  $l_0$ . Durch  
die Belastung wird der Träger um den Wert  $v$  durchgebogen,  
20 jedoch ändert sich dabei die Länge  $l_0$  nicht. Es ändert  
sich aber der kürzeste Abstand des Aufhängepunktes  $D$  von  
der Einspannstelle, d.h. er wird kürzer:  $l_x$ .

Das ursprüngliche lineare Kennliniendiagramm wird wegen  
25 der Verkürzung unlinear und das Maß der Änderung über-  
schreitet die zulässigen Fehlergrenzen.

Die Verkürzung muß durch das Beibehalten des Abstandes  
der Aufhängungsstelle behoben werden. Dies ist durch eine  
30 Konstruktion mit einem Kugelgelenk und einer Doppelku-  
lisse lösbar (siehe die Fig. 4). Das Kugelgelenk sichert  
die Verdrehbarkeit, so daß die Gerade  $DS$  zu der Fallbe-  
schleunigung (oder zu einer anderen gegebenen Richtung)  
35 stets parallel bleibt.

Das Kulissenwerk 11 stellt die Aufrechterhaltung des Ab-  
standes  $l_0$  sicher und das Kulissenwerk 12 stellt die

- 1 der aus der Durchbiegung entstandene Verkürzung entsprechende Verschiebung sicher.

Wir haben die obigen Prinzipien auch bei dem dargestellten Beispiel verwendet. Den Behälter 1 aus der Fig. 1 haben wir über die Meßsonden 3A, 3B, 3C in der aus Fig. 2 ersichtlichen Weise abgestützt. Die Fig. 5 zeigt das kinematische Schema des Meßsondeneinbaus 3A, 3B, 3C. In den Halterungsböcken 5 an den Beinen 2 des Behälters 1 sind jeweils die beiden Achsenden der bolzenförmigen Meßsonden 3A, 3B und 3C eingeklemmt. In den an dem Behälter 1 befestigten Halterungselementen 6 auf der oberen Halterungsplatte 7 sind Kugelsitze 12 ausgebildet, in denen die an die Manteloberflächen der Meßsonden 3A, 3B und 3C anmontierten oder daran ausgebildeten komplementären Kugelflächen geführt werden.

An der Meßsonde 3A ist eine Kugelfläche unmittelbar ausgebildet, so daß die Meßsonde 3A in dem Kugelsitz 12 nur zu einer räumlichen Verdrehung fähig ist. Auf den zylindrischen Mantel der Meßsonden 3B und 3C sind Kugelflächen aufweisende Einsätze 13 verschiebbar aufgezogen; dementsprechend ist an diesen Abstützpunkten neben der räumlichen Verdrehung auch eine Verschiebung in Achsrichtung der Bolzen möglich.

Im montierten Zustand sind die Meßsonden 3A, 3B und 3C mit ihren Längsmittelpunkten auf einem Kreis mit einem Radius R angebracht und ihre Längsachsen schneiden einander in dem Kreismittelpunkt  $K_1$ .

Infolge der Belastung und der Temperatur werden die Abstützkonstruktion (der Sockel 2) und der das zu messende Material enthaltende Behälter auf unterschiedliche Weise deformiert; man kann nämlich keine von den beiden absolut starr verwirklichen. Diese Unterschiede schaffen für die Meßsonden außer des Gewichtes noch zusätzliche Kräfte

1 te, die man für die Messung beseitigen muß.

Da sich der Behälter 1 an dem Ort der Meßsonde 3A in Ra-  
 diusrichtung nicht fortbewegen kann, kann er sich nur am  
 5 Kreis entlang verdrehen, dessen Radius R vom Mittelpunkt  
 des Meßsondenkugelmantels 3A aus gerechnet wird. Infolge  
 der die Fortbewegung der Meßsonden 3B, 3C in Radiusrichtung  
 ermöglichenden Ausführung, gerät der Mittelpunkt  $K_1$  des  
 Behälters 1 im Verhältnis zu seiner ursprünglichen Lage  
 10 als Ergebnis der unterschiedlichen Deformationen an dem  
 Kreisbogen mit dem Radius R entlang in einen Abstand  
 von  $R_2 + \Delta R_2$  bzw.  $R_3 - \Delta R_3$  zu den Meßsonden 3B bzw.  
 3C. Die Position der Meßsonden 3A, 3B und 3C bleibt dabei  
 natürlich am Umfang des Behälters unverändert.

15 Schließlich ist in der räumlichen Lage des Behälters der  
 Mittelpunkt der Meßsonde 3A ein sich nicht bewegender  
 Punkt und der Behälter 1 kann sich im Verhältnis zu den  
 Beinen 2 um diesen Mittelpunkt verdrehen, so daß die  
 20 Deformation der Meßsonden 3A, 3B und 3C nur von dem Ge-  
 wicht des Behälters abhängig ist. Aus Fig. 6 ist eine  
 derartige Anordnung ersichtlich, bei welcher der Behäl-  
 ter auf dem Sockel verdrehfest festgelegt werden soll.  
 Dies wird durch eine in der Hülse 14 verschiebbare Ab-  
 25 stützung der Meßsonde 3C erreicht.

Die Hülse 14 ist ähnlich wie die Kugeleinsätze 13 in das  
 Halterungselement 6 - vorzugsweise über eine elastische  
 30 Schicht - eingebettet. Die Ausführung der Meßsonden 3A  
 und 3B ist bei dieser Lösung zu der Ausführung der in Fig.  
 5 dargestellten Meßsonde 3B gleich.

Da bei der Meßsonde 3C nur eine Fortbewegung des Behäl-  
 35 ters in Achsrichtung des Meßbolzens zustande kommen kann,  
 werden die durch die Belastung und die Temperatur verur-  
 sachten Unterschiede der Deformation durch die Verdrehung  
 und die Verschiebung der Meßsonden 3A und 3B in deren

- 1 Achsrichtung, sowie die Verschiebung der Meßsonde 3C in  
deren Achsrichtung ausgeglichen, so daß auf die Meßson-  
den ausschließlich das aus der Belastung stammende Ge-  
wicht übergeben wird. Damit ist die Möglichkeit der Bil-  
5 dung jeglicher zusätzlicher Kräfte beseitigt.

Im dargestellten Beispiel haben sich die Längsachsen  
der Meßsonden in einem Punkt geschnitten, das heißt die  
Meßsonden befanden sich in einer "Stern"-Anordnung. Die  
10 Meßsonden können aber auch so plazierte werden, daß ihre  
Achsen paarweise einander schneiden. In diesem Fall kann  
die richtige Betätigung der Meßsonden so gesichert werden,  
daß ihre Halterung außerhalb der Schnittpunkte erfolgt.

- 15 Im weiteren werden einige Ausführungsbeispiele der in  
den Fig. 5 und 6 durch ihre kinematischen Schemata dar-  
gestellten Meßsonden beschrieben.

20 In Fig. 7 ist eine Meßsonde in eingebauter Position ab-  
gebildet, der die in Fig. 6 dargestellte Meßsonde 3B  
entspricht. Dieser Einbau ermöglicht eine Verschiebung  
in Achsrichtung der Meßsonde 3B und eine räumliche Ver-  
drehung der Meßsonde. Das eine Ende der Meßsonde 3B ist  
25 in dem Halterungsbock 5 der befestigten Anlage einge-  
spannt. Das Einspannen der Meßsonde 3B in der gewünschten  
Lage erfolgt mit Hilfe von Kompaßoberflächen 15.

Der Meßwandler 3B ist als Zylinderbolzen ausgebildet  
30 und auf dem aus dem Halterungsbock 5 herausragenden Teil  
ist eine Hülse 14 verschiebbar angebracht. Auf der Hülse  
14 ist über eine elastische Schicht 16 ein Einsatz 13 mit  
einer Kugelmanteloberfläche angebracht, der in dem Kugel-  
sitz 12 verdrehbar geführt ist. Dieser Einsatz 13 trägt  
35 das die Belastungskraft aufnehmende Halterungselement  
6 der Konstruktion.

Durch die Wirkung der Belastungskraft  $F$  wird der Meßwand-

1 wandler 3B deformiert. Da aber die Hülse 14 entlang der  
Achse des Meßwandlers 3B verschiebbar ist und sich das  
Halterungselement 6 auf dem Kugelmantel des Einsatzes 13  
in eine beliebige Richtung verdrehen kann, bleibt die Wir-  
5 kungslinie der Belastungskraft  $F$  ungeändert. Darüberhi-  
naus wird von der elastischen Schicht 16 die Dämpfung der  
verschiedenen dynamischen Schwingungen sichergestellt.

Es ist zweckmäßig, die Anpassung in der Konstruktion auf  
10 die Weise vorzunehmen, daß die Wirkung der auf den Män-  
teln des Meßwandlers 3B und des Einsatzes 13 entstehenden  
Reibkräfte für die Umformung des Kraft-Elektrosignals  
keinen Schaden verursacht, bzw. daß ihre Wirkung auf me-  
chanischem und/oder elektrischem Wege kompensierbar ist.

15 Wenn das Maschinenelement der Konstruktion, auf welches  
die Belastungskraft  $F$  wirkt, orientiert gehalten werden  
muß und eine Fortbewegung nur der Wirkungslinie entlang  
zulässig ist, während sich der Meßwandler verdrehen kann  
20 (Fig. 5, Meßwandler 3A), dann kann die Konstruktion nach  
Fig. 8 verwendet werden. Nach dieser Figur ist der Meß-  
wandler 3A mit seinem einen Ende in den Halterungsbock  
5 ebenfalls orientiert eingespannt. Auf seiner Mantel-  
oberfläche ist ohne Zwischenhülse unmittelbar die ela-  
25 stische Schicht 16 angebracht, die von dem Einsatz 13  
mit der Kugelmanteloberfläche umgeben ist. Dementsprechend  
kann sich das Halterungselement ohne Verschiebung in  
Achsrichtung an dem Kugelmantel des Einsatzes 13 nur ver-  
drehen.

30 Aus Fig. 9 ist die dem Meßwandler 3C aus Fig. 6 entspre-  
chende Konstruktion ersichtlich. Der Meßwandler 3C ist  
auch in diesem Fall von der Kompaßoberfläche 15 orien-  
tiert im Halterungsbock 5 einseitig eingespannt. An den  
35 Mantel des Meßwandlers 3C ist auch hier unmittelbar die  
elastische Schicht 16 angepaßt, auf welcher die Hülse  
14 plaziert ist. Im Laufe der unter der Wirkung der Meß-

1 kraft  $F$  zustandekommenden Deformation kann sich das Hal-  
terungselement 6 im Verhältnis zum Meßwandler 3C nur in  
dessen Achsrichtung bewegen, d.h. es behält seine Orien-  
tiertheit.

5

Natürlich sind die in den Fig. 7 bis 9 dargestellten Kon-  
struktionen nur Beispiele für die Ausführung von Meßson-  
den entsprechend der Erfindung. In der Praxis können da-  
von abweichende zahllose Konstruktionen gefertigt werden.

10 Man kann z.B. die Kugelmanteloberfläche unmittelbar auf  
dem Meßwandler ausbilden (Fig. 5, Meßwandler 3A); in die-  
sem Fall ist es aber zweckmäßig, die elastische Schicht im  
Halterungselement unterzubringen.

15 Man kann auch eine derartige eingebaute Konstruktion  
bauen, bei der der Meßwandler als ein an beiden Enden  
eingespannter Träger, d.h. mit zwei oder mehr Stützen,  
ausgebildet ist. (Fig. 5: 3B, 3C, Fig. 6: Meßwandler  
3A, 3B).

20

Ein gemeinsamer Vorteil jeder Konstruktion ist, daß die  
Meßwandler infolge der Ausführung gemäß der Erfindung nur  
durch die zu messende Kraft belastet werden, so daß die  
Bildung der sich aus verschiedenen Deformationen der Kon-  
25 struktion und der Meßsonden ergebenden sonstigen Kraft-  
wirkungen vermieden werden kann.

30

35



Nummer:

34 07 641

Int. Cl.

G 01 L 1/00

Anmeldetag:

1. März 1984

Offenlegungstag:

11. Oktober 1984

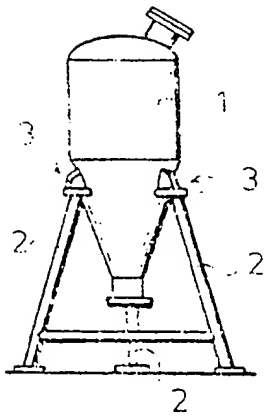


Fig. 1

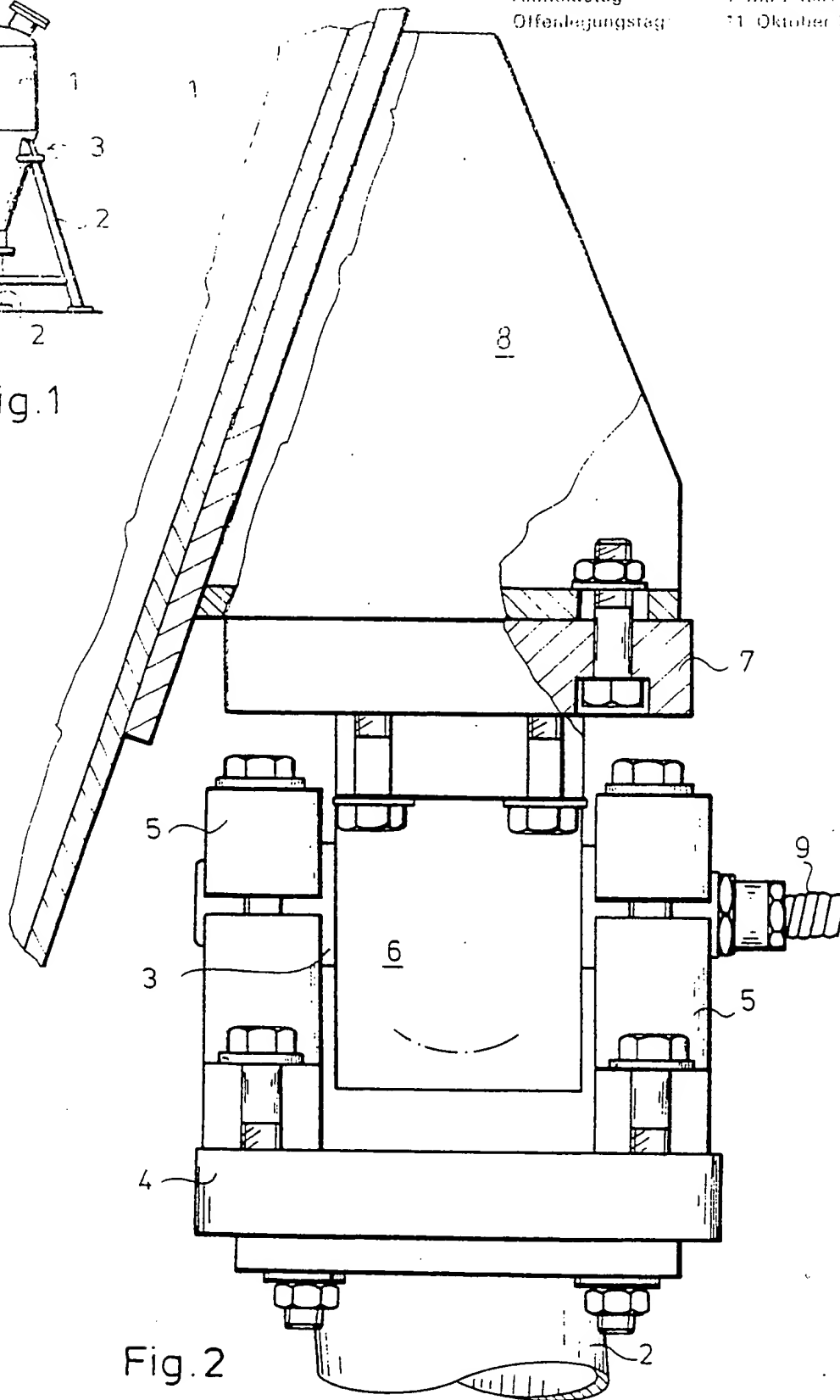


Fig. 2

16.

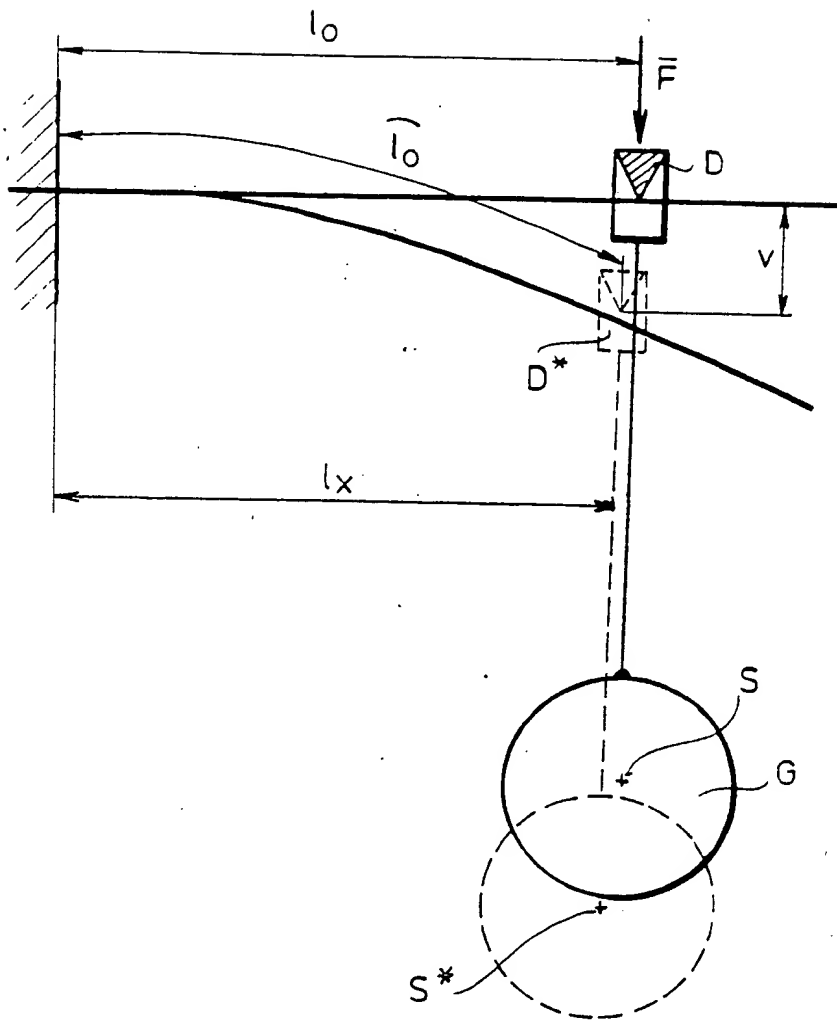


Fig. 3

. 17 .

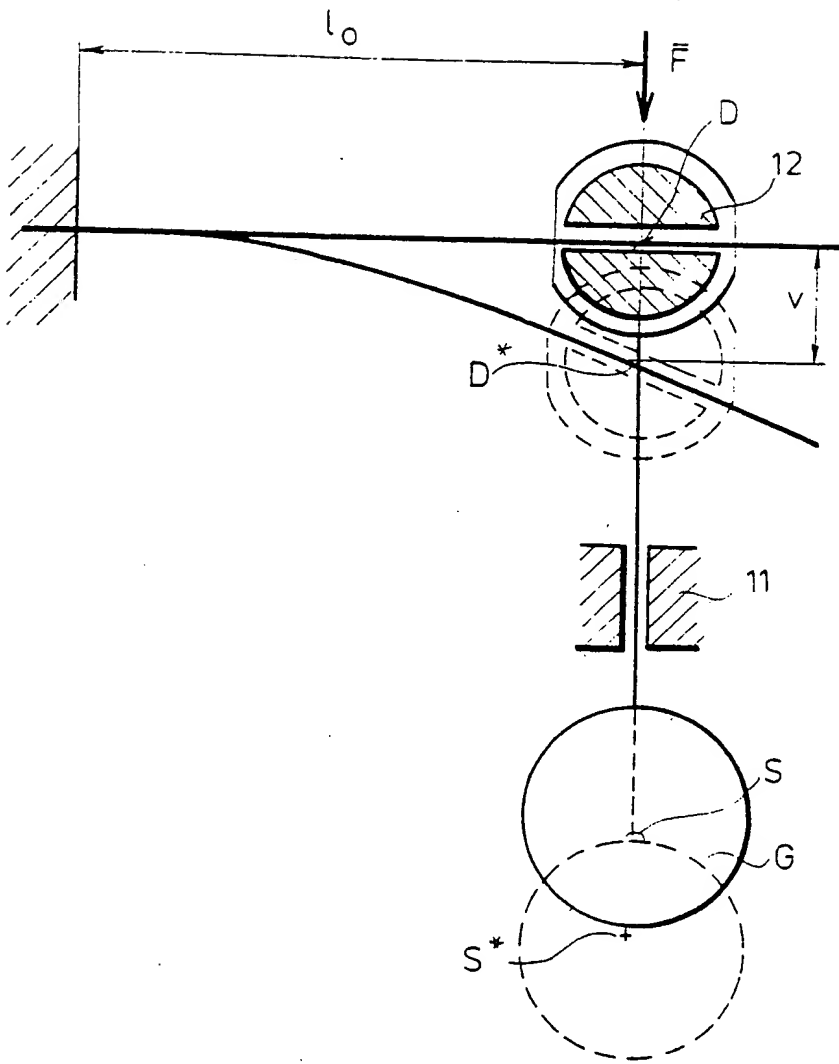


Fig. 4

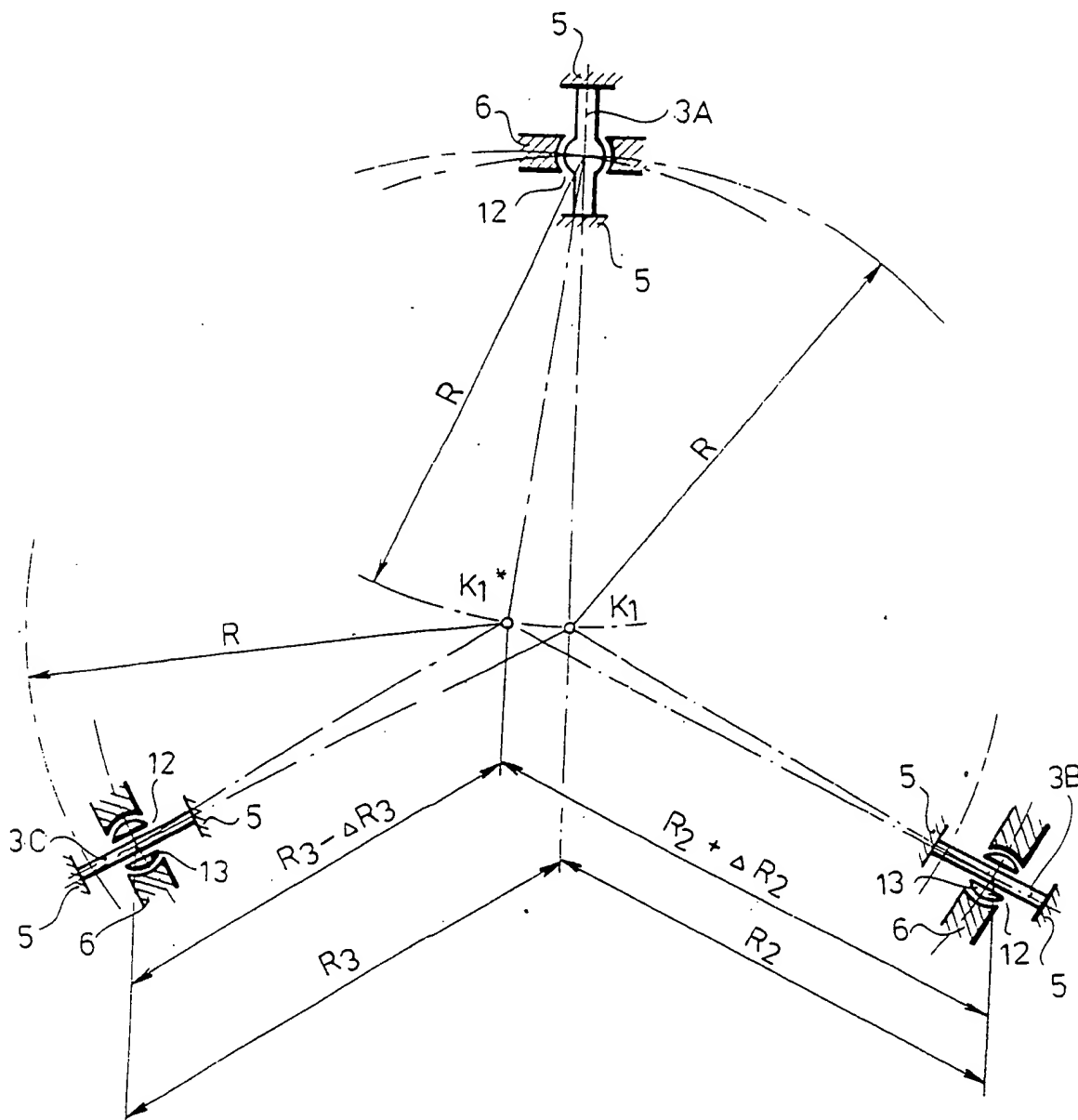


Fig.5



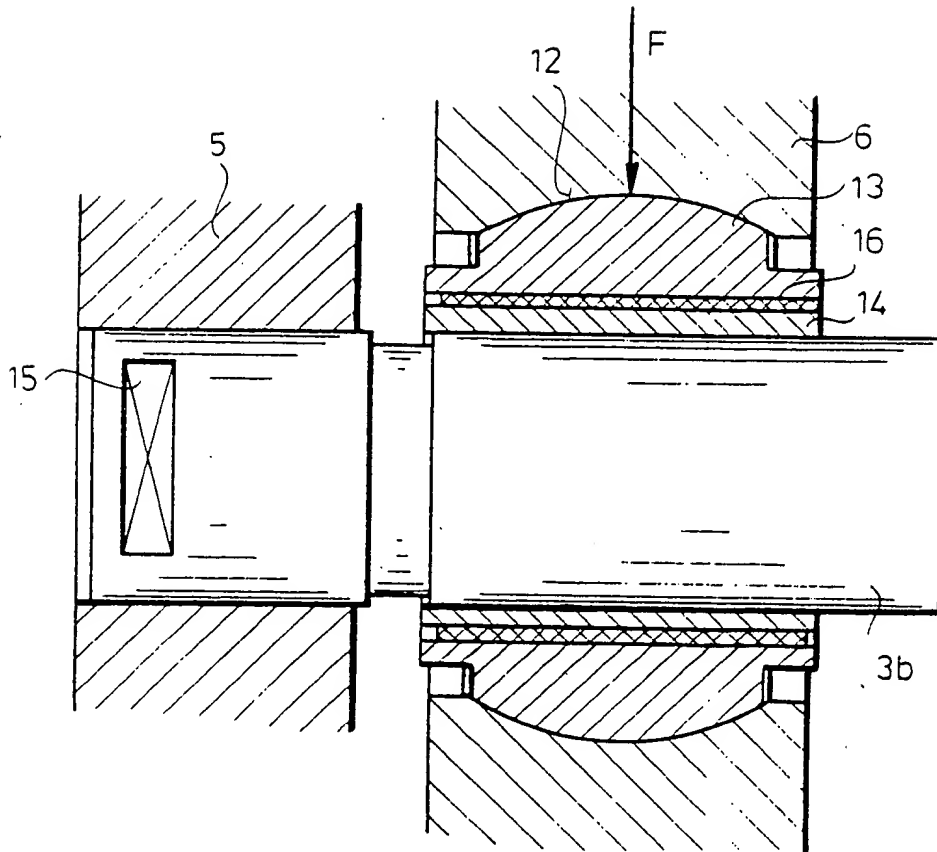


Fig. 7

-21-

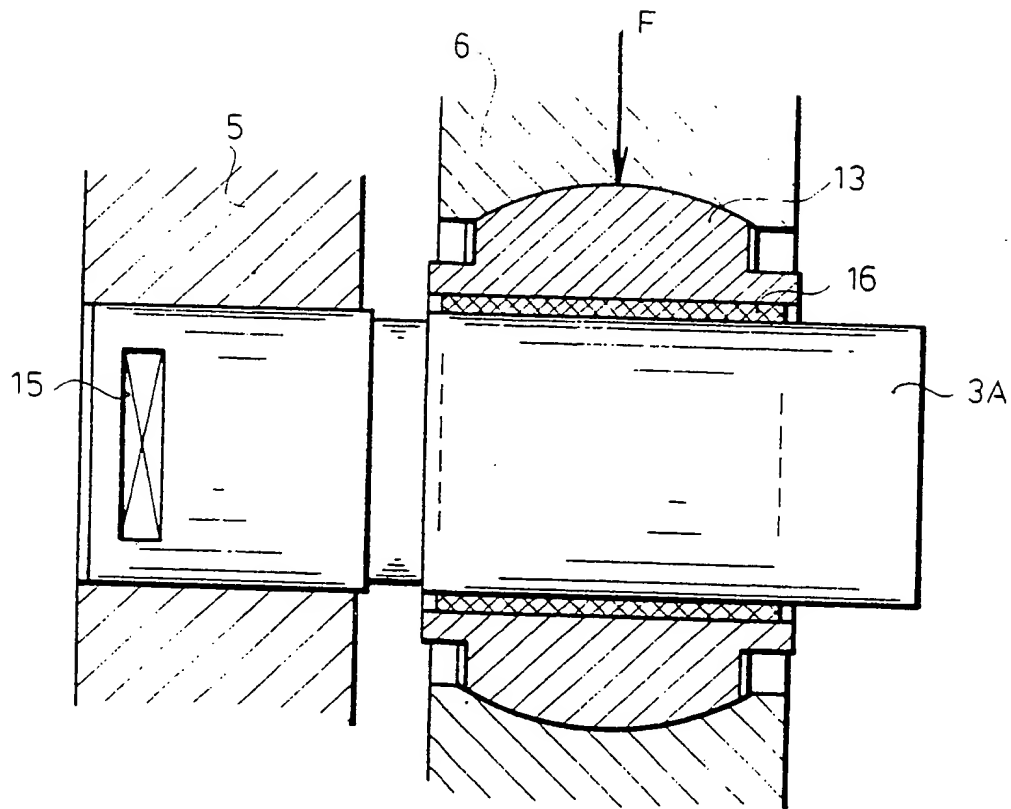


Fig. 8

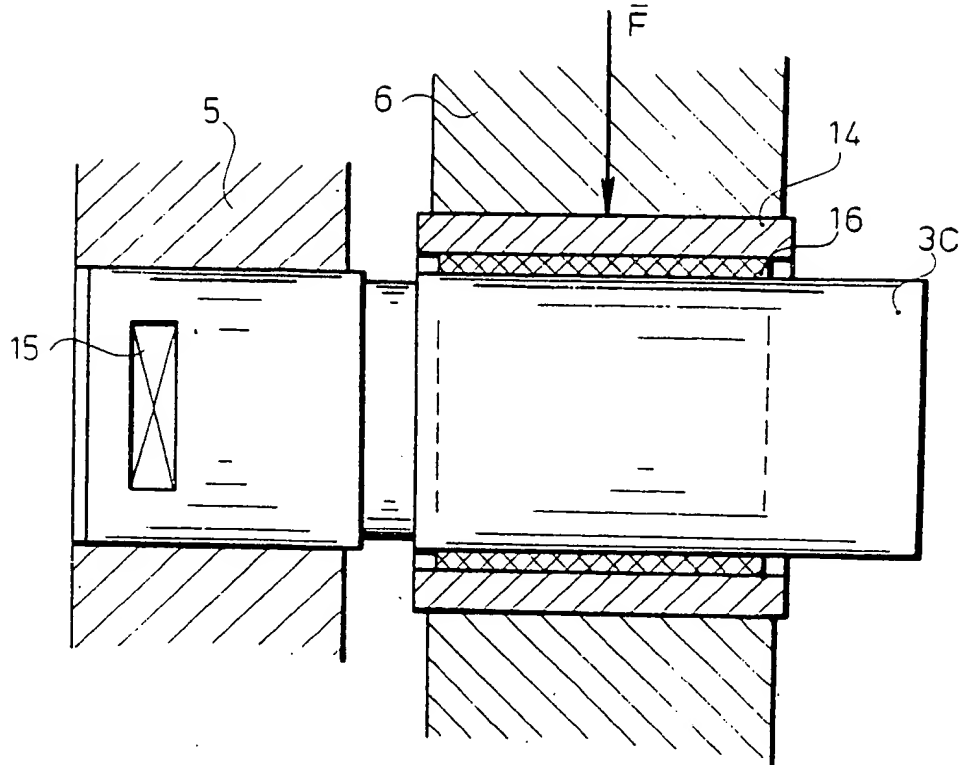


Fig. 9